

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-007184

(43)Date of publication of application : 10.01.1995

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 05-168546

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 14.06.1993

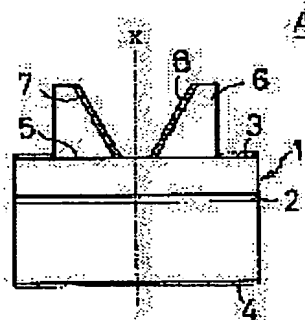
(72)Inventor : WATANABE HIDEAKI
IMANAKA KOICHI

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT, PROJECTOR, OPTICAL DETECTOR AND INFORMATION PROCESSOR EMPLOYING IT

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a semiconductor light emitting element having high emission output and a function for controlling the direction of emission.

CONSTITUTION: A plate 6 is loaded onto the surface of light emitting element chip 1 having an active layer 2 on the emission side thereof. The plate 6 is provided with a conical or truncated pyramid type opening 7 and bonded to the chip 1 on the smaller opening side. A metal film is deposited entirely on the inner peripheral face at the conical opening 7 thus forming a reflective layer 8.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-7184

(43) 公開日 平成7年(1995)1月10日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 L 33/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

M 7376-4M

N 7376-4M

審査請求 未請求 請求項の数13 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平5-168546

(22) 出願日 平成5年(1993)6月14日

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 渡辺 秀明

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ

ムロン株式会社内

(72) 発明者 今仲 行一

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ

ムロン株式会社内

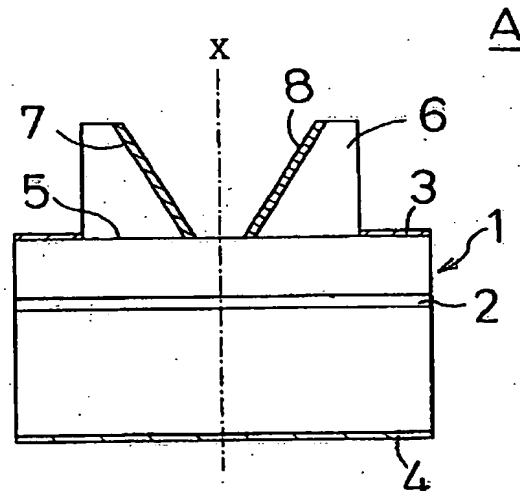
(74) 代理人 弁理士 中野 雅房

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子、並びに当該発光素子を用いた投光器、光学検知装置及び光学的情報処理装置

(57) 【要約】

【目的】 光の出射方向を制御する機能を有し、しかも高い発光出力を有する半導体発光素子を提供する。

【構成】 内部に活性層2を有する発光素子チップ1の光出射側の表面にプレート6を装荷する。プレート6には、円錐形状や角錐形状などの錐状開口部7を設け、錐状開口部7の開口径の小さい側で発光素子チップ1に向けてプレート6を接合する。錐状開口部7の内周面全域には、例えば金属膜を蒸着させて反射層8を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 面方向に光を出射する活性層を有する発光素子チップと、当該発光素子チップの光出射側の表面に装荷されたプレートとを備え、

前記発光素子チップと対向する側で開口径が小さくなるよう前記プレートに略テーパー状をした開口部を貫通させ、当該開口部の内周面に反射層を形成したことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 2】 前記発光素子チップに形成した光出射窓に対向して前記開口部が設けられ、前記光出射窓の面積が前記開口部の開口径が小さな側の開口面積よりも小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体発光素子。

【請求項 3】 前記発光素子チップに形成した光出射窓に対応して前記発光素子チップ内部に電流狭窄構造が形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体発光素子。

【請求項 4】 前記プレートの底面積が前記発光素子チップの面積よりも大きいことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の半導体発光素子。

【請求項 5】 前記プレートの前記開口部を形成された領域以外の領域に複数の溝加工を施したことを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 に記載の半導体発光素子。

【請求項 6】 前記プレートが少なくとも表面に導電性を有することを特徴とする請求項 1、2、3、4 又は 5 に記載の半導体発光素子。

【請求項 7】 前記プレートがシリコンにより形成されていることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5 又は 6 に記載の半導体発光素子。

【請求項 8】 前記開口部の形状を略円形テーパー状とし、その開口部の内部もしくは上部に球レンズを装着したことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6 又は 7 に記載の半導体発光素子。

【請求項 9】 前記プレートは開口部の内部もしくは上部にレンズ固定用の凹部を形成し、半球状レンズやフレネルレンズ等のレンズを当該凹部に装着したことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6 又は 7 に記載の半導体発光素子。

【請求項 10】 前記プレートは開口部を透明樹脂材で封止し、この透明樹脂材にレンズ作用を持たせたことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6 又は 7 に記載の半導体発光素子。

【請求項 11】 請求項 1、2、3、4、5、6 又は 7 に記載の半導体発光素子をリードフレームに装着し、この半導体発光素子を透明樹脂材で所定形状に封止成形し、この透明樹脂材の表面に平板状レンズを一体成形したことを特徴とする投光器。

【請求項 12】 請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9 又は 10 に記載の半導体発光素子を備えたことを特徴とする光学検知装置。

【請求項 13】 請求項 1、2、3、4、5、6、7、

8、9 又は 10 に記載の半導体発光素子を備えたことを特徴とする光学的情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体発光素子に関する。特に、光の出射方向を制御した半導体発光素子に関する。また、本発明はその発光素子を用いた投光器、光学検知装置、光学的情報処理装置に関する。

【0002】

10 【背景技術とその問題点】 図 17 は光の出射方向を制御した従来の半導体発光素子 Q を示す断面図である（特開平 4-10479 号公報）。この半導体発光素子 Q は、基板 81 の下面側中央部に活性層 82 を設け、基板 81 の上面側に活性層 82 と対向させて光出射窓 83 を設けたものであって、光出射窓 83 の周囲部分（基板 81 の外周面）は基板 81 の内面側へ凸曲するように湾曲させられている。そして、光出射窓 83 の周囲に形成された凸状斜面 84 の内側には不純物拡散によって反射層 85 が形成されている。なお、86 は上面電極、87 は下面電極である。

【0003】 しかして図 17 に示すように、活性層 82 から発した光 α は反射層 85 によって光出射窓 83 の方向へ反射されて光出射窓 83 から素子外部へ出射される。したがって、このような構造の発光素子 Q によれば、凸状斜面 84 に形成された反射層 85 によって光 α の出射方向を制御し、レンズや光ファイバ等の外付け部品との光結合効率を向上させられる。

【0004】 このような従来の半導体発光素子 Q においては、光出射窓 83 の近くで反射層 85 により反射された光 α は、光出射窓 83 から外部へ出射される。しかしながら、反射層 85 が光出射方向で径が小さくなるように絞られているので、光出射窓 83 から離れた領域で反射層 85 により反射された光 α は、光出射窓 83 と異なる方向へ反射されてしまい、当初に意図した程光結合効率を向上させることができなかった。また、基板 1 の外周面にエッチングによって逆ラッパ状をした凸状斜面 84 を形成しなければならないので、そのためのプロセスが複雑となり、製造コストが上昇するという欠点があった。

40 【0005】 ところで、この種の半導体発光素子の用途としては、距離センサや光電センサ等の光学検知装置があり、また、その光源部分である投光器などがある。従来この種の光源部分には半導体レーザ素子（LD）や発光ダイオード（LED）が用いられている。このうち、半導体レーザ素子は、高出力で指向性のあるビームを生成できるので、光電センサ等の光学検知装置等に適した素子である。しかし、半導体レーザ素子はノイズや温度変動に弱く、そのため駆動回路が高価になることや人体（特に、目など）に危険なため応用範囲が限られるとい

50 った問題があった。

【0006】一方、発光ダイオードは温度変動やノイズ等の外乱には強いが、光の指向性がなくランバート型の広がりをもつため、レンズや光ファイバ等の外付け部品との光結合効率が低い。このため、距離センサ等の光学検知装置に用いた場合には、検出距離が短いといった問題があった。また、発光ダイオードは一般的に半導体レーザ素子に比べて発光出力が低いので、より一層検出距離が短くなるといった問題があった。この結果、特に発光ダイオードにおいて、光の出射方向を制御して指向性を高め、高い発光出力を得ることが望まれている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は叙上の背景技術に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、光の出射方向を制御する機能を有し、しかも高い発光出力を有する半導体発光素子を提供することにある。さらに、本発明の目的とするところは、そのような半導体発光素子を用いることにより、長い検出距離能力を有する光学検知装置や高性能で簡単な構造の投光器等を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体発光素子は、面方向に光を出射する活性層を有する発光素子チップと、当該発光素子チップの光出射側の表面に装荷されたプレートとを備え、前記発光素子チップと対向する側で開口径が小さくなるよう前記プレートに略テーパ状をした開口部を貫通させ、当該開口部の内周面に反射層を形成したことを特徴としている。

【0009】上記半導体発光素子にあっては、前記発光素子チップに形成された光出射窓に対向して前記開口部が設けられ、前記光出射窓の面積が前記開口部の開口径が小さな側の開口面積よりも小さくなっていてもよい。

【0010】また、前記発光素子チップに形成された光出射窓に対応して前記発光素子チップ内部に電流狭窄構造が形成されていてもよい。

【0011】さらに、前記プレートの底面積が前記発光素子チップの面積よりも大きくなっていてもよい。

【0012】さらに、前記プレートの前記開口部を形成された領域以外の領域に複数の溝加工を施してもよい。

【0013】さらに、前記プレートが少なくとも表面に導電性を有していてもよい。

【0014】さらに、前記プレートがシリコンにより形成されていてもよい。

【0015】さらに、前記開口部の形状を略円形ドーナツ状とし、その開口部の内部もしくは上部に球レンズを装荷してもよい。

【0016】さらに、前記プレートの開口部の内部もしくは上部にレンズ固定用の凹部を形成し、半球状レンズやフレネルレンズ等のレンズを当該凹部に装荷してもよい。

【0017】さらに、前記プレートの開口部を透明樹脂

材で封止し、この透明樹脂材にレンズ作用を持たせてもよい。

【0018】また、本発明の投光器は、上記半導体発光素子をリードフレームに装着し、この半導体発光素子を透明樹脂材で所定形状に封止成形し、この透明樹脂材の表面に平板状レンズを一体成形したことを特徴としている。

【0019】また、本発明の光学検知装置は、上記半導体発光素子を備えたことを特徴としている。

10 【0020】また、本発明の光学的情報処理装置は、上記半導体発光素子を備えたことを特徴としている。

【0021】

【作用】本発明の半導体発光素子にあっては、発光素子チップに装荷されたプレートに略テーパ状をした開口部を貫通させ、当該開口部の内周面に反射層を形成しているため、発光素子チップから出射された出射ビームはプレートの反射層によって光軸と平行に近くなる方向へ反射され、反射層で反射された後外部へ出射されるビームを狭小化することができ、レンズや光ファイバ等の外付け部品との光結合効率が高くなる。

20 【0022】特に、もともとの光出射領域が微小化された、いわゆる点光源型の発光素子チップと当該プレートとを組み合わせれば、外部へ取り出せる光出力を変えずにビームの出射方向のみを変えることができるので、指向性の高いすぐれた光源を得ることができる。

【0023】

【実施例】図1は本発明の第1の実施例による半導体発光素子Aの構造を示す断面模式図である。図1において、1は発光素子チップであって、内部には面方向に光を発する全面出射型の活性層2が形成されている。発光素子チップ1の内部構造は特に限定されるものではないので、図では活性層2と上下面電極3、4のみを示している。発光素子チップ1の上面には比較的大きな光出射窓5（すなわち、上面電極3の開口部分）が形成されており、発光素子チップ1の上面の光出射窓5にはプレート6が装荷されている。プレート6には、円錐形状や角錐形状など一方で開口径が小さく他方で開口径が大きな略テーパ状ないし略錐状をした錐状開口部7が設けられており、プレート6は錐状開口部7の開口径の小さい側で発光素子チップ1の上面と接合されている。この錐状開口部7の内周面全域には、例えば金属膜を蒸着させることによって反射層8が形成されている。なお、プレート6の材質としては、熱伝導率の高い材質を用いれば、プレート6がヒートシンクとして働くので、温度特性が良好となる。

40 【0024】図2は上記半導体発光素子Aの活性層2から発した光線の挙動を例示する図である。活性層2から発する光のうち、錐状開口部7の真下の点P0から垂直上方に向けて出射された光α0はそのまま錐状開口部7を通して光軸Xとはほぼ平行に外部へ出射される。また、

5

例えば活性層2の点P1又はP2から発した光は上下左右360°の全方位へ進行する。このうち、図2中の光線 α 1又は α 2のように活性層2から上方へ出射された光は、反射層8によって光軸Xと略平行な方向に向けて反射される。この結果、錐状開口部7から出射される光は出射方向が限定され、広がり小さなビームとして外部へ出射される。したがって、このプレート6の錐状開口部7に対向させてレンズや光ファイバ等の外付け部品が配置されている場合には、錐状開口部7から出射されたビームとレンズや光ファイバ等との光結合効率が向上する。

【0025】図3は本発明の第2の実施例による半導体発光素子Bの構造を示す断面模式図である。この実施例にあっては、発光素子チップ1の上面に上面電極3を一部開口して光出射窓5を形成する際、錐状開口部7の開口径の最小値よりも小さな開口径の光出射窓5を開口している。そして、錐状開口部7の下面開口部分の中に発光素子チップ1の光出射窓5が含まれるようにプレート6を配置している。この実施例にあっては、第1の実施例と同様な作用により光の方向を揃えてビームの広がりを狭小化することができる。しかも、発光素子チップ1の光出射窓5の面積がプレート6の錐状開口部7の底部断面積よりも小さくなっているため、光出射窓5から出射される光がすべて錐状開口部7へ導かれることになり、もともとの光出力を減少させることなく出射ビームを強化することができ、光結合効率向上の効果が大きい。

【0026】図4は本発明の第3の実施例による半導体発光素子Cの構造を示す断面模式図である。この発光素子チップ1は電流狭窄構造を有するものであって、上面電極3の下には電流阻止領域9が形成されている。電流阻止領域9は、例えばプロトンなどを注入し、注入部分を高抵抗化することによって形成される。このような電流狭窄構造の発光素子チップ1にあっては、上下面電極3、4間に電圧を印加すると、電流が光出射窓5の下

の電流通路領域10にのみ流れるので、活性層2は光出射窓5に対向する微小領域でのみ発光する。

【0027】この半導体発光素子Cのように、電流狭窄構造を有する発光素子チップ1の場合には電流狭窄構造によって本来狭い出射ビームが得られる。しかし、この電流狭窄構造の発光素子チップ1の上に円錐状や角錐状等の錐状をした反射層8を備えたプレート6を装荷すると、広がったビームが反射層8で反射されて出射方向を光軸Xとほぼ平行な方向へ曲げられるので、一層光ビームを狭小化して光出力を大きくでき、レンズや光ファイバ等の外付け部品との光結合効率が一層向上する。また、一層効率よく光を外部に取り出すことができるので、高出力かつ狭小な光ビームを得ることができる。

【0028】なお、上記各実施例ではプレート6には錐状開口部7を1個だけ設けているが、複数個の錐状開口

6

部7をアレイ状に設けてもよい（以下の実施例でも同様である）。錐状開口部7をアレイ状に設けることにより、発光素子チップの構造を変更することなく、新たに光出射部分がアレイ化された半導体発光素子を製作することができる。このとき、発光素子を点光源型の発光素子アレイとし、各素子の出射部分に対応した錐状開口部を有するプレートと組み合わせることにより、出射ビームが狭小化された発光素子アレイを得ることができる。

【0029】図5は本発明の第4の実施例による半導体発光素子Dの構造を示す断面模式図である。この実施例にあっては、プレート6の底面積を発光素子チップ1の面積よりも大きくし、プレート6の外周部6aを発光素子チップ1の外周面よりも外へ張り出させている。この結果、活性層2で発した光のうちで発光素子チップ1の側面へ出射される光（いわゆる漏れ光）をプレート6の外周部6aによって遮断し、ビーム出射方向へ出射されないようにできる。この結果、この半導体発光素子Dを光電スイッチ等の光学検知装置の投光器に用いた場合には、ノイズ光の低減に効果がある。また、このプレート6を金属等の導電性材質によって作製したり、セラミック等の非導電性物質の表面に金属などの導電物質をコーティングしたものなどで作製したりして、プレート6と上面電極3とを導通させておくと、発光素子チップ1への電流注入をプレート6の上から行なえるので、実装性が良好となる。

【0030】図6は本発明の第5の実施例による半導体発光素子Eの構造を示す断面模式図である。この実施例にあっては、錐状開口部7を設けた領域以外の領域においてプレート6の上面に溝加工を施して複数の溝部11を設けた構造となっている。このような構造によると、プレート6の放熱面積が大きくなるので、プレート6を通して発光素子チップ1の放熱を効果的に行なえるようになる。このプレート6の材質は熱伝導率が高く、しかも熱膨張率が発光素子チップ1とほぼ等しいものが好ましいが、溝加工の容易性や発光素子チップ1とのプロセスの互換性等を考慮すると、シリコンが望ましい。

【0031】図7は本発明の第6の実施例による半導体発光素子Fの構造を示す断面模式図である。この実施例にあっては、プレート6の円錐状をした錐状開口部7に球レンズ12を装着し、球レンズ12によって出射光を平行光化させるようにしたものである。なお、この実施例においては、用途に応じて球レンズ12の装着位置を変えることにより、出射光を拡散光化させたり、集光光化させたり、コリメート化させたりすることができる。

【0032】図8は本発明の第7の実施例による半導体発光素子Gの構造を示す断面模式図である。この実施例にあっては、プレート6の錐状開口部7の周囲に凹部13を形成し、当該凹部13に周囲をはめ込むようにして錐状開口部7の上面に半球レンズ14を装着させたものである。図示しないが、半球レンズ14に代えて平板状

10

20

30

40

50

のフレネルレンズを用いてもよい。この実施例においても、半球レンズ14（もしくは平板状フレネルレンズ）により出射光をコリメート化、拡散光化あるいは集光光化させることができる。なお、本実施例においては、プレート6の上面の凹部13を半球レンズ14あるいはフレネルレンズに対して適当な余裕度をもたせて加工すれば、凹部13内で半球レンズ14やフレネルレンズを動かすことができるので、これらのレンズを光軸合せした状態で接着剤等によりプレート6に固定でき、出射光線をより精密に制御することが可能となる。

【0033】図9は本発明の第8の実施例による半導体発光素子Hの構造を示す断面模式図である。この実施例にあっては、発光素子チップ1から出射される光に対して透明な樹脂材15をプレート6の錐状開口部7内に充填している。一般的に透明樹脂材15では、その屈折率 n が空気（屈折率=1）より大きいので、錐状開口部7内に透明樹脂材15を充填させることにより発光素子チップ1の光出射窓5での反射臨界角が大きくなる。したがって、外部へ取り出すことのできる光量が増加するので、より高出力の半導体発光素子Hを得ることができ、なお、この透明樹脂材15の光出射側の形状15aをレンズ効果を持つような形状にすれば、図7及び図8の半導体発光素子F、Gと同様、出射光をコリメート化、集光光化あるいは拡散光化させることができる。

【0034】つぎに、上記半導体発光素子を用いた応用例について説明する。まず、図10(a)(b)(c)に示す投光器Jについて説明する。この投光器Jは、本発明の半導体発光素子21を一方のリードフレーム22の上にダイボンディングすると共に他方のリードフレーム23にワイヤボンディングした状態で透明エポキシ樹脂等の封止樹脂24で所定形状に低圧注塑して封止し、全体として角ブロック状の外形に構成されている。封止樹脂24の表面には多数の環状レンズ単位を同心状に配列したフレネル型平板状レンズ25が一体形成されると共に、表面の両側にはフレネル型平板状レンズ25と同じ高さ、あるいはフレネル型平板状レンズ25よりもやや高いアゴ部26を突設してあり、アゴ部26によってフレネル型平板状レンズ25を保護している。

【0035】この投光器Jの場合、半導体発光素子21は、光の出射方向が狭小化され、しかも高い発光効率を有しているから、フレネル型平板状レンズ25への光結合効率が向上し、出力が強く、かつ細いビームが長距離においても得られる。

【0036】また、従来より用いられている投光器Rとしては、図18に示すような構造のものがある。これは、ステム91から突出したヒートシンク92に半導体レーザ素子93及びフレネル型平板状レンズ94を取り付け、これらを金属キャップ95で覆ったキャンシール型のものであるが、このような従来の投光器Rと比較して本発明の投光器Jは構造が大幅に簡略化されており、

コスト及び高体積の低減を図ることができる。

【0037】なお、ここでは投光ビームとして指向性の狭い平行光線を出射するものについて説明したが、フレネル型平板状レンズ25のパラメータを変えることにより、集光ビームや偏向ビームなどの投光器にも適用できることは自明である。

【0038】図11は本発明による半導体発光素子31を用いた光学式距離センサKの構成を示す説明図である。この距離センサKは、本発明による半導体発光素子31及びコリメートレンズ32からなる投光部と、受光レンズ33及び位置検出素子34からなる受光部とから構成されている。

【0039】また、図11は当該距離センサKによって対象物35が有する凹凸の段差 d を計測する場合を表わしている。半導体発光素子31から出射された光はコリメートレンズ32で平行光化された後、対象物35上に照射されてビームスポット SP_1 、 SP_2 を生成し、それぞれビームスポット SP_1 、 SP_2 の反射像を位置検出素子34上に結像させる。これらの結像位置は、位置検出素子34の信号線36、37で得た信号比をもって検出でき、その位置ずれ量より三角測量の原理を用いて段差 d が算出される。

【0040】本発明による半導体発光素子31は、高出力で、かつ発光出射方向が制限された微小発光窓を有するものであるため、このような距離センサKに本発明による半導体発光素子31を用いれば、長距離検出が可能で、しかもビームスポット径が小さく、分解能を向上させることができる。

【0041】図12は上記距離センサKによる段差 d の測定結果を示している。これは距離センサKから10cmだけ離れた位置に高さ2mmと5mmの凸部及び2mmと5mmの凹部を有する対象物を位置させた場合の測定結果であり、段差 d に応じた特性曲線38が得られている。なお、特性曲線38において、イは2mmの凸部、ロは5mmの凸部、ハは5mmの凹部、ニは2mmの凹部に対応する箇所である。

【0042】図13は本発明による半導体発光素子41と光ファイバ42とを結合させた結合ユニットLを示す概略断面図である。この結合ユニットLでは、半導体発光素子41の錐状開口部7と光ファイバ42の端面とを一定の距離を置いて対向させている。このような結合ユニットLでは、光結合効率は半導体発光素子41の光出射方向と発光径に強く依存し、発光出射方向が狭ければ狭いほど、また発光径が小さければ小さいほど光結合効率が上がることが知られている。本発明の半導体発光素子41は、微小発光径の素子で、しかも出射光を狭小化したものであるから、結合ユニットLにおいて高い光結合効率を得ることが可能となる。特に、本発明による半導体発光素子41は、発光径の微小化に伴う素子の発熱を抑えることが可能であるから、光ファイバ通信シス

テムにおいては低損失でSN比の高いシステムを構築することが可能になる。

【0043】図14は本発明による半導体発光素子51を用いた光ファイバ型センサMを示す概略図である。この光ファイバ型センサMは、半導体発光素子51、投光用光ファイバ52、受光用光ファイバ53、受光素子54及び処理回路55より構成されている。半導体発光素子51から出射された光は投光用光ファイバ52内を低損失で送られ、光ファイバ52の端面から対象物56に向けて出射される。対象物56で反射された光は受光用光ファイバ53内に入射し、受光素子54で信号受信される。こうして受光素子54で検知される受光信号の出力は、投受光用光ファイバ52、53の端面と対象物56との距離Sによって変化するので、受光出力から対象物56までの距離Sを知ることができる。しかも、受光出力は入射光出力に対応して増加するので、本発明の半導体発光素子51を用いれば、対象物56までの距離を長くとっても十分な受光信号が得られる。

【0044】図15(a)に示すものは本発明による半導体発光素子65を用いた透過型光学式ロータリーエンコーダNを示す斜視図である。このロータリーエンコーダNは、回転軸61に取り付けられた回転板62、回転板62の外周部に対向した固定板63、回転板62及び固定板63を挟んで対向させられた投光レンズ64と本発明による半導体発光素子65及び受光素子66から構成されている。回転板62の外周部には全周にわたって1mmの間隔のスリット67が穿孔されており、固定板63にも1mmの間隔でトラックAスリット68及びトラックBスリット69が穿孔されている。

【0045】しかして、半導体発光素子65から出射された光は、投光レンズ64でコリメートされた後、固定板63のスリット68、69で分割され、回転板62のスリット67を通り、受光素子66で検知される。固定板63のトラックAスリット68とトラックBスリット69は電気位相角を90°ずらしてあり、A相信号・B相信号が共にオン(受光状態)になるときをスケールの1単位(1スリット)と数えることによりスケールを読むものである。また、図15(b)に示すようにA相からオンになるか、あるいはB相からオンになるかで回転方向を判別できるようになっている。

【0046】このロータリーエンコーダにおいて、例えば、従来の面発光型半導体発光素子(発光径400 μ m)を用い、焦点距離f=10mm、レンズ径4mmの投光レンズでコリメートしたとすると、そのコリメート性の悪さによって回転板上のビーム径は、固定板のスリット幅+約40 μ mに広がり、しかも光出力が低くなる。したがって、600DPI(40 μ mピッチ)以上のスケールではスリット幅以上にビームが広がることとなり、スケールを読み取ることができず、高分解能化が不可能である。

【0047】これに対し、本発明による半導体発光素子65を用いたロータリーエンコーダNでは、出射ビームが狭小化されており、しかもプレート6の錐状開口部7の開口径を微小化することで半導体発光素子65の発光径を10 μ m以下にできる。このため、同じレンズを用いてコリメート化しても、回転板62上のビーム径を固定板のスリット幅+約0.5 μ mに抑えることができ、高分解能化が可能になり、600DPI(40 μ mピッチ)以上のスケールを読み取ることも可能になる。

10 【0048】また、アレイ状の錐状開口部7を持つプレート6を備え、発光部分をアレイ状に配列した本発明の半導体発光素子65を用い、各錐状開口部7にコリメート用のレンズを装着すれば、光源部分の小型化を図ることができる。従って、高分解能で、しかも小さなロータリーエンコーダNを実現することができる。

【0049】なお、上記実施例では、ロータリーエンコーダを説明したが、リニアエンコーダにおいて本発明による半導体発光素子を用いることによっても同様な効果を得ることができる。

20 【0050】図16(a)は光学的情報処理装置の例であって、本発明による半導体発光素子71を用いたバーコードリーダPを示す斜視図である。このバーコードリーダPは、半導体発光素子71、投光側集光レンズ72、回転多面鏡73、回転多面鏡73を一定方向に一定速度で回転させるスキャナモータ74、等速走査レンズ75、受光側集光レンズ76、受光素子77から構成されている。

【0051】しかして、半導体発光素子71から出射された光は投光側集光レンズ72を通り、回転多面鏡73で反射されると共に水平方向にスキャンされ、等速走査レンズ75で等速化された後、バーコード78上で集光され、バーコード78上を走査される。さらに、バーコード78からの反射光は、受光側集光レンズ76により受光素子77上に集光されて検知され、バーコード信号BSが得られる。このバーコードリーダPにおいては、等速走査レンズ75により光ビームの走査速度が等速化されているので、横軸に時間を取り、縦軸に検知信号(バーコード信号BS)をとると、図16(b)に示すようにバーコード78に応じた信号BSが得られる。

40 【0052】このようなバーコードリーダにおいては、半導体発光素子としては一般に半導体レーザ素子が用いられているが、半導体レーザ素子の人体への危険性より、発光ダイオードを用いたバーコードリーダが望まれている。しかしながら、発光ダイオードは前述の通り発光出射方向が広く、投光側集光レンズ72への光結合効率が低く、しかも一般的に400 μ m程度の発光領域を有するため、その集光性の悪さよりバーコード上でのビーム径は6.7mm以上に大きくなり、バーコード(一般的に、最小線幅は0.2mm)は到底読み取ることが

50 できない。

【0053】これに対し、本発明による半導体発光素子 71 では、プレート 6 にあけた錐状開口部 7 の開口径を微小化することにより、微小発光径素子とすることができる。このため、同一条件で集光しても、バーコード 78 上でのビーム径をバーコード 78 の最小線幅以下 (0.2mm 弱) まで絞ることができ、バーコード 78 を読み取ることができる。このように本発明の半導体発光素子を用いれば、温度特性にすぐれ、しかもサージにも強い発光ダイオードを実現することが可能になる。

【0054】

【発明の効果】本発明の半導体発光素子によれば、発光素子チップから出射された出射ビームを反射層によって光軸と平行に近くなる方向へ反射させることができるので、反射層で反射された後外部へ出射されるビームを狭小化することができ、レンズや光ファイバ等の外付け部品との光結合効率が高くなる。

【0055】特に、小さな光出射窓を有する発光素子チップや電流狭窄構造の発光素子チップのような、いわゆる点光源型の発光素子チップと当該プレートとを組み合わせれば、外部へ取り出せる光出力を変えることなくビームの出射方向のみを変えることができるので、指向性の高いすぐれた光源を得ることができる。

【0056】また、プレートの底面積が発光素子チップの面積よりも大きいと、発光素子チップの側面から出射されるいわゆる漏れ光を遮断することができ、上部出射光のノイズ低減に効果がある。

【0057】さらに、プレートに複数の溝加工を施していると、プレートの放熱面積が大きくなるので、プレートを通して発光素子チップの放熱を効果的に行なえるようになる。

【0058】特に、シリコンからなるプレートを用いると、プレートの熱伝導率が良好でプレートがヒートシンクとして働き、また熱膨張率が発光素子チップとほぼ等しく、温度特性にすぐれた半導体発光素子を製作することができる。さらに、シリコンのプレートを用いると、発光素子チップとのプロセスの互換性も得られる。

【0059】さらに、少なくとも表面に導電性を有するプレートを用いると、発光素子チップへの電流注入をプレートの上部より行なえるので、半導体発光素子の実装が容易になり、製造コストが低減する。

【0060】さらに、プレートの開口部に球レンズや半球状レンズ、フレネルレンズ等の各種レンズを装着することにより、集光光、平行光もしくは拡散光等の用途に応じた出射ビームを得ることができる。

【0061】また、本発明の半導体発光素子を光電スイッチやフォトインタラプタ、光測距計等の光学検知装置の投光器に用いると、出射ビームが細く、かつ発光出力も大きい光ビームが得られるので、複雑な光学系を用いずに検出精度に優れ、しかも安全な光学検知装置を得ることができる。同様に、本発明の半導体発光素子をファ

イバ通信用光源に用いると、光ファイバへの光結合効率が向上するので、伝送距離の長い光通信装置を得ることができる。さらに、本発明の半導体発光素子を光学的情報処理装置に用いると、温度特性に優れた光学的情報処理装置を作成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例による半導体発光素子の構造を示す断面模式図である。

【図 2】同上の実施例における光の挙動を示す光線図である。

【図 3】本発明の第 2 の実施例による半導体発光素子の構造を示す断面模式図である。

【図 4】本発明の第 3 の実施例による半導体発光素子の構造を示す断面模式図である。

【図 5】本発明の第 4 の実施例による半導体発光素子の構造を示す断面模式図である。

【図 6】本発明の第 5 の実施例による半導体発光素子の構造を示す断面模式図である。

【図 7】本発明の第 6 の実施例による半導体発光素子の構造を示す断面模式図である。

【図 8】本発明の第 7 の実施例による半導体発光素子の構造を示す断面模式図である。

【図 9】本発明の第 8 の実施例による半導体発光素子の構造を示す断面模式図である。

【図 10】(a) (b) (c) は本発明による半導体発光素子を用いた投光器を示す斜視図、水平断面図及び側断面図である。

【図 11】本発明による半導体発光素子を用いた距離センサの構成を示す概略図である。

【図 12】同上の距離センサによる測定結果の一例を示す図である。

【図 13】本発明の半導体発光素子と光ファイバとの結合ユニットをしめす断面図である。

【図 14】本発明による半導体発光素子を用いた光ファイバ型センサの構成を示す概略図である。

【図 15】(a) は本発明による半導体発光素子を用いたロータリーエンコーダを示す斜視図、(b) は当該エンコーダの A 相信号と B 相信号を示す波形図である。

【図 16】(a) は本発明による半導体発光素子を用いたバーコードリーダを示す斜視図、(b) はバーコードリーダによる検知信号を示す図である。

【図 17】従来の半導体発光素子の構造を示す断面図である。

【図 18】従来の投光器を示す一部破断した斜視図である。

【符号の説明】

- 1 発光素子チップ
- 2 活性層
- 5 光出射窓
- 6 プレート

7 錐状開口部
8 反射層
11 溝部

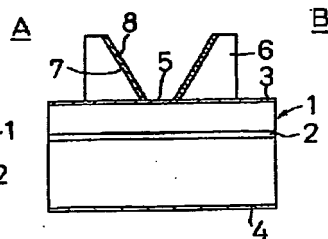
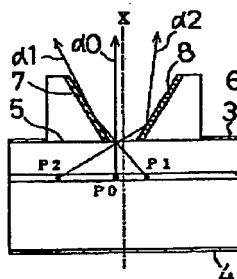
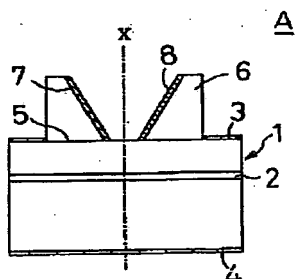
* 12 球レンズ
14 半球レンズ

*

【図1】

【図2】

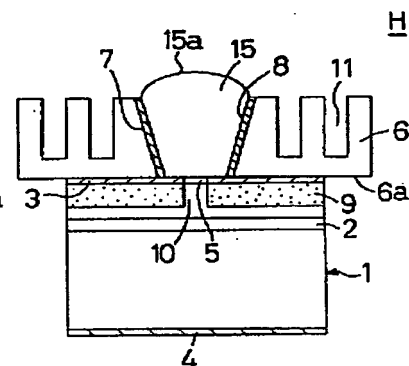
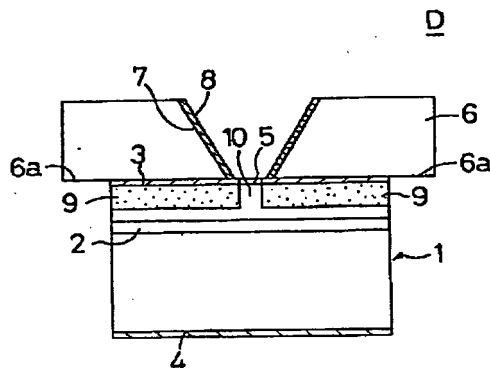
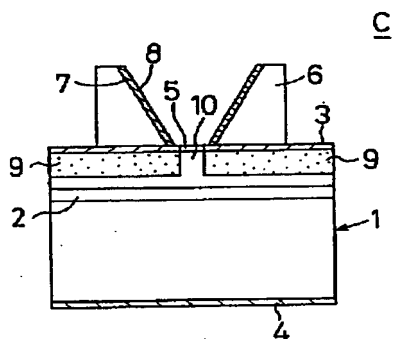
【図3】



【図4】

【図5】

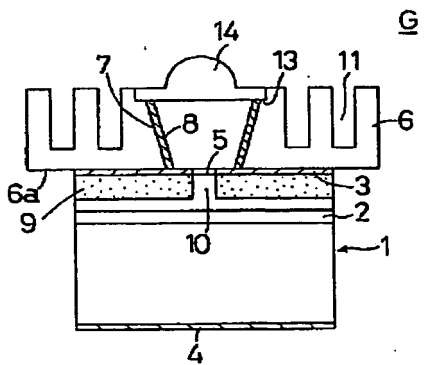
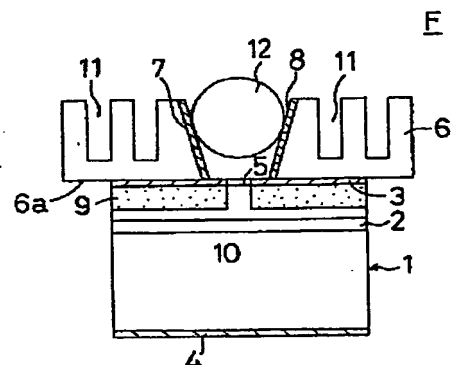
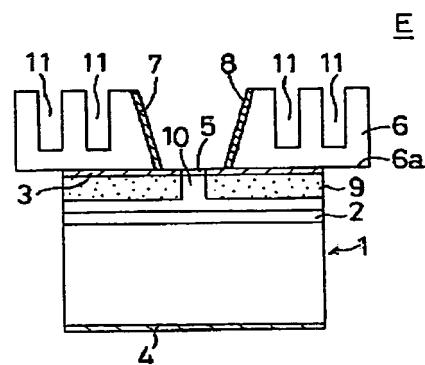
【図9】



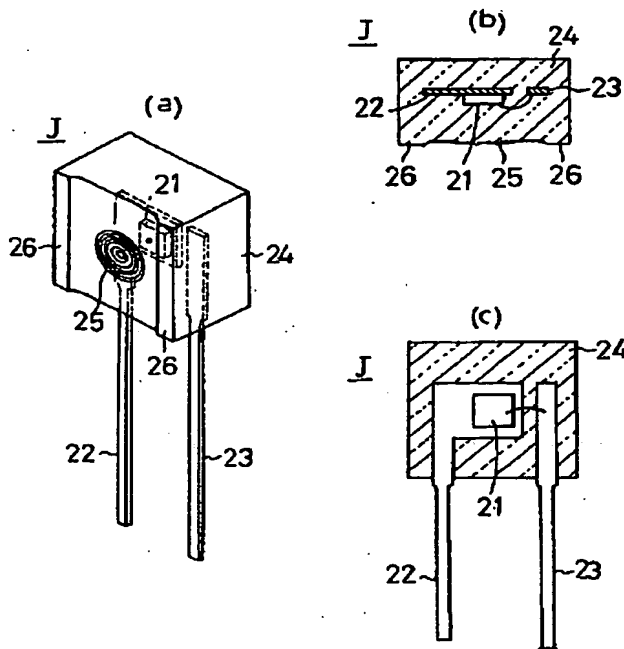
【図6】

【図7】

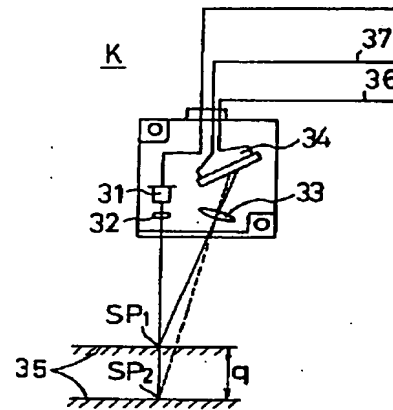
【図8】



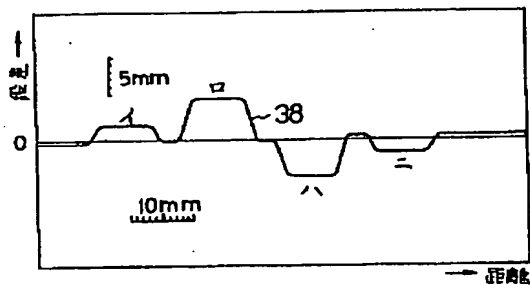
【図10】



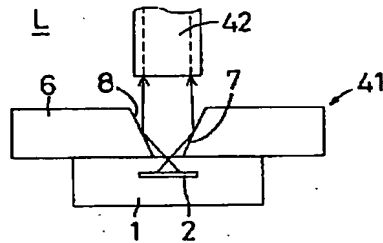
【図11】



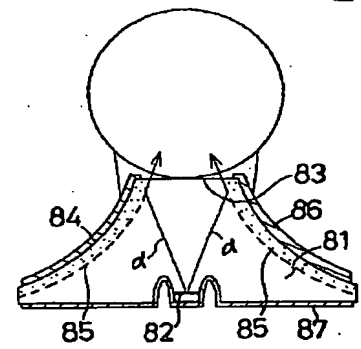
【図12】



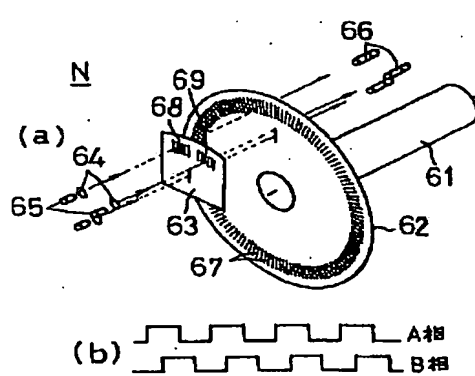
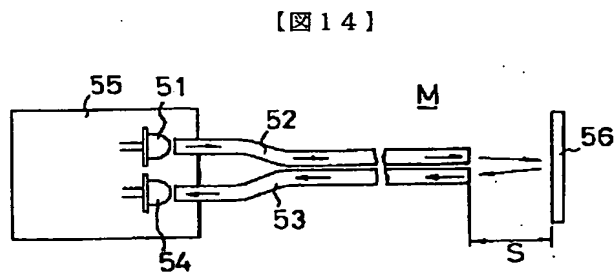
【図13】



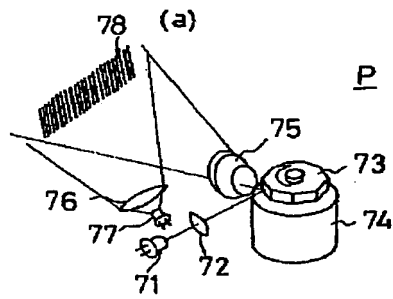
【図17】



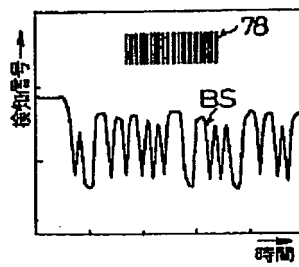
【図15】



【図 16】



(b)



【図 18】

